

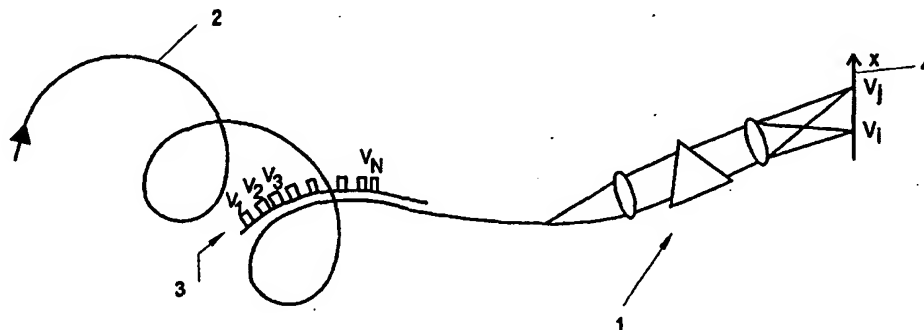
**PCT**  
 WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
 Internationales Büro  
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



(51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup> : <b>H04L 27/28, H04B 10/12</b>	<b>A1</b>	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 99/00956</b>  (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 7. Januar 1999 (07.01.99)
(21) Internationales Aktenzeichen: <b>PCT/EP98/03085</b> (22) Internationales Anmeldedatum: 26. Mai 1998 (26.05.98)  (30) Prioritätsdaten: 08/882,638                      25. Juni 1997 (25.06.97) <b>US</b>  (71) Anmelder: <b>DEUTSCHE TELEKOM AG [DE/DE];</b> Friedrich-Ebert-Allee 140, D-53113 Bonn (DE).  (72) Erfinder: <b>DULTZ, Wolfgang; Marienbergerstrasse 39,</b> <b>D-65936 Frankfurt am Main (DE). KOOPS, Hans,</b> <b>Wilfried, Peter; Ernst-Ludwig-Strasse 16, D-64372</b> <b>Ober-Ramstadt (DE). FRINS, Erna; Garibaldi 2859,</b> <b>Ap. 403, 11600 Montevideo (UY). MELTZ, Gerald; 77</b> <b>Daventry Hill Road, Daventry, Avon, CT 06001 (US).</b>	(81) Bestimmungsstaaten: <b>CA, JP, NO, europäisches Patent (AT,</b> <b>BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU,</b> <b>MC, NL, PT, SE).</b>  Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i>	

(54) Title: MESSAGE TRANSMISSION SYSTEM WITH FREQUENCY DIVIDING OPTICAL COMPONENTS FOR PARALLEL PROCESSING OF OPTICAL PULSES

(54) Bezeichnung: NACHRICHTENÜBERTRAGUNGSSYSTEM MIT FREQUENZAUFTEILENDEN OPTISCHEN BAUELEMENTEN ZUR PARALLELVERARBEITUNG OPTISCHER IMPULSE



(57) Abstract

The invention relates to a message transmission system with frequency dividing optical components. According to the invention, light pulses with different frequencies are coupled out of an optical fibre by means of fibre grating and/or photoionic crystals and imaged by focusing elements outside of the optical fibre. The fibre grating for different frequencies can be arranged in a single period or in different successive periods. The photoionic crystals can be used at the end of the optical fibre or can be etched into a channel or pit in a glass fibre. Additional delay elements ensure that light pulses with different frequencies are imaged at the same time in a predetermined chosen time ratio, in accordance with a parallel reprocessing stage.

#### (57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein optisches Nachrichtübertragungssystem mit frequenzaufteilenden optischen Bauelementen, bei denen Lichtimpulse mit unterschiedlichen Frequenzen durch Fasergitter und/oder photonische Kristalle aus einer optischen Faser ausgekoppelt und durch Fokussierelemente außerhalb der optischen Faser abgebildet werden. Die Fasergitter für verschiedene Frequenzen können in einer einzigen Periode oder in verschiedenen Perioden hintereinander angeordnet sein. Die photonischen Kristalle können am Ende der optischen Faser verwendet oder in einen Kanal oder eine Grube in einer Glasfaser eingätzt werden. Durch zusätzliche Verzögerungselemente wird sichergestellt, daß Lichtimpulse mit unterschiedlicher Frequenz gleichzeitig in einem vorgegebenen und erwünschten Zeitverhältnis nach Maßgabe einer parallelen Weiterverarbeitung abgebildet werden.

#### LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Letland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland		Republik Mazedonien	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko		Amerika
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CM	Kamerun		Korea	PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

# NACHRICHTENÜBERTRAGUNGSSYSTEM MIT FREQUENZAUFTEILENDEN OPTISCHEN BAUELEMENTEN ZUR PARALLELVERARBEITUNG OPTISCHER IMPULSE

## 5 GEBIET DER ERFINDUNG

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Nachrichtenübertragungssystem mit frequenzaufteilenden optischen Bauelementen zur Parallelverarbeitung optischer Impulse, insbesondere die Verwendung von Fasergittern und photonischen Kristallen für die räumliche Verteilung der frequenzcodierten optischen Impulse.

10

## STAND DER TECHNIK

Die optische Nachrichtenübertragung erfolgt fast immer durch eine sequentielle Folge einzelner, binär kodierter Lichtimpulse. Da die Übertragungsfrequenzen heute bereits in Bereiche vorstoßen, die eine elektronische Datenverarbeitung und insbesondere komplizierte  
15 Verschlüsselungen und Entschlüsselungen zur geheimen Übermittlung nicht mehr erlauben, besteht ein hoher Bedarf an optischen Elementen, die die zeitliche Bitfolge in ein ein- oder mehrdimensionales räumliches Areal einlesen, um sie dann optisch parallel weiterverarbeiten zu können. Die optische Parallelverarbeitung ist in der Lage, eine große Menge binärer oder analoger Signale, die zu einem Bild oder Muster angeordnet sind, gleichzeitig zu  
20 transformieren, und arbeitet somit erheblich schneller als ein elektronischer Rechner. Bei Arealen von  $1000 \times 1000$  optischen Punkten (pixels) wäre ohne weiteres eine Parallelverarbeitung von  $10^6$  Signalen und für gewisse optische Operationen, wie z. B. der Fouriertransformation, ein außerordentlich hoher Zeitgewinn zu erzielen. Da optische Fouriertransformationen ein wesentlicher Bestandteil der maschinellen Mustererkennung  
25 sind, würden gerade Verschlüsselungen und Entschlüsselungen von Nachrichten optisch leicht und sehr schnell erfolgen können.

Bekannte elektrooptische Bauteile, die eine zeitliche Impulsfolge in ein räumliches Areal einlesen, können z. B. auf der Grundlage der Brownschen Röhre aufgebaut sein. Wie aus DE 196 09 234.5 bekannt ist (H. Koops, Anmeldung 3/96), das nicht unbedingt als

- 2 -

Vorpatent zur vorliegenden Erfindung zu betrachten ist, kann der Elektronenstrahl derzeit nur in Mikroröhren schnell genug ablenkt werden, um Signale im Multigigahertzbereich einzulesen.

- Eine andere Methode kodiert die einzelnen optischen Impulse alternierend mit Hilfe der Polarisierung des Lichtes. Der erste, dritte, fünfte usw., also jeder ungerade Impuls, wird z. B. vertikal, alle Impulse mit gerader Nummer horizontal linear polarisiert. Dann lassen sich mit Hilfe eines polarisierenden Strahlteilers jeweils wenigstens die geraden und ungeraden Impulse örtlich trennen. Eine Kaskadierung ermöglicht höhere Trennungsgrade. Der Vorteil dieser Methode liegt darin, daß das separierende Element - der Strahlteiler - rein passiv ist.
- Nachdem die Impulse z. B. elektrooptisch polarisationskodiert wurden, ist keine aktive Schaltung mehr notwendig. Der Nachteil des Verfahrens ist offensichtlich die geringe Zahl von nur zwei parallelen Kanälen pro Kaskadenstufe.

#### ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

- Das erfindungsgemäße Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, daß die einzelnen aufeinanderfolgenden optischen Impulse anstelle der Polarisationskodierung eine Frequenzkodierung haben. Da die Frequenz des Lichtes innerhalb eines optischen Fensters der Telekommunikation ohne weiteres um 100 nm geändert werden kann, andererseits sich Halbleiterlaser durch Veränderung der angelegten Spannung um mehrere Nanometer verstimmen lassen, besteht im Prinzip die Möglichkeit, optischen Impulsen unterschiedliche Frequenzen in einem breiten Bereich zuzuordnen. Dazu müssen mehrere Halbleiterlaser mit verschiedenen Schwerpunktfrequenzen elektrisch schaltbar in ihrer Abstrahlfrequenz geändert werden können. Die entstehenden optischen Impulse unterschiedlicher Frequenz werden dann zur Nachrichtenübertragung binär kodiert und in die übertragende Glasfaser eingespeist. Die Nachricht wird also einer Folge von Impulsen aufgeprägt, von denen der erste die Frequenz  $\nu_1$  hat. Dabei gilt z. B.  $V_1 < V_2 < V_3 < \dots < V_i < V_{i+1} < \dots < V_N$ .

#### KURZERLÄUTERUNG DER ZEICHNUNGEN

Abb. 1 zeigt die Verwendung eines passiven optischen Bauteils zur Aufteilung von Licht am Ende einer optischen Faser nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Abb. 2a und 2b zeigen die Verwendung diagonal angeordneter Fasergitter zur Auskoppelung des Lichtes aus der optischen Faser nach zwei Ausführungsbeispielen der Erfindung.

Abb. 3 zeigt eine spiralförmige Anordnung der Fasergitter nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Abb. 4 zeigt die Verwendung von in eine optische Glasfaser eingetragenen photonischen Kristallen zur Frequenzaufteilung von Licht nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Abb. 5a und 5b zeigen die zwischen optischen Impulsen verschiedener Frequenzen eintretende Verzögerung und die Verwendung eines Verzögerungselements zur Gewährleistung einer simultanen Abbildung der Lichtimpulse auf einer Matrix nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

## DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

Die vorliegende Erfindung verwendet ein passives optisches Bauteil, das Licht spektral örtlich aufteilen kann, zur Verteilung der Impulse in einem räumlichen Gebiet. Im Ausführungsbeispiel von Abb. 1 ist ein solches Bauteil 1 jeder Spektrograph auf der Grundlage von Prismen oder Gittern (aber auch das Zweistrahlinterferometer und das Mehrstrahlinterferometer), der in eine optische Faser 2 oder deren Ende eingearbeitet ist, wobei die optische Faser eine frequenzcodierte digitale oder analoge Nachricht 3 als optischen Impuls übermittelt, der auf einem linearen oder Faserareal 4 abgebildet wird. Fasergitter können auch als Spektrographen zur räumlichen Aufteilung der frequenzcodierten Lichtimpulse eingesetzt werden. Solche Fasergitter sind beispielsweise vom US-amerikanischen Patent Nr. 5,546,481 an Meltz et. al. her bekannt, auf das hiermit ausdrücklich verwiesen wird.

In der Darstellung in Abb. 2a und 2b sind schräg (geblazed) eingeschriebene Gitter 5 diagonal angeordnet, um das Licht aus der Faser auszukoppeln. Durch geeignete fokussierende Elemente 6, wie beispielsweise die aus Anmeldung DE 196 30 705 A1 (7/96,

veröffentlicht 3/97) von H. Koops, auf die hier ausdrücklich verwiesen wird, bekannten anamorphotischen Linsen. lassen sich die Strahlen einer einzelnen Frequenz (Farbe) auf einem linearen Areal 4 punktförmig vereinigen. Jede Frequenz  $\nu_i$  hat dabei einen anderen Fokussierungspunkt, die alle z. B. auf einer Linie parallel zur Faser 2 liegen.

- 5           Was die Linsen 6 betrifft, so können diese auch direkt auf der optischen Faser angebracht werden. Eine Methode zur Herstellung solcher Linsen ist beispielsweise aus Anmeldung DE 197 13 374.6 (Anmeldung 3/97) von Koops et al. bekannt, auf die hiermit ausdrücklich verwiesen wird. Bei einer optischen Faser mit einem schräg (geblazed)eingeschriebenen Bragg-Fasergitter kann eine Linse auf den optischen Mantel der
- 10 Faser aufgebracht werden. Die zu verwendenden Linsen werden auf den Oberflächen des zylindrischen optischen Mantels montiert und können nach dem Aufdampfverfahren, durch Korpuskularstrahlen-Lithographie mit großer Fokaltiefe oder durch Röntgenlithographie mit intensitätsmodulierten Masken angefertigt werden. Ferner kann die Linse auch durch Polymerisation hergestellt werden, d.h. durch Strahlenpolymerisation in die Oberfläche
- 15 absorbiert oder auf sie aufgedampfter Monomere unter Einwirkung von aus der Faser durch Beugung austretendem Licht angefertigt werden. Dabei sollte die Materialzufuhr zur Formgebung des Linsenprofils durch eine Lochmaske geregelt werden.

- Eine weitere, in Abb. 2b dargestellte Ausführungsform ist dadurch gekennzeichnet, daß schräg (geblazed) eingeschriebene Fasergitter 5 aus mehreren hintereinander in der
- 20 optischen Faser 2 angeordneten Gittern unterschiedlicher Periode bestehen. Jedes Gitter ist so angelegt, daß es Licht einer einzigen Frequenz aus der optischen Faser 2 auskoppelt und abstrahlt. Dadurch lassen sich ebenfalls wie im Fall Abb. 2a durch fokussierende Elemente 6 linienhafte Anordnungen der einzelnen Lichtimpulse außerhalb der optischen Faser 2 erreichen.

- 25           Eine weitere, in Abb. 3 dargestellte Ausführungsform ist dadurch gekennzeichnet, daß einzelne schräg (geblazed) eingeschriebene Fasergitter 5 wendeltreppenartig in der optischen Faser 2 angeordnet sind. Dadurch und in Verbindung mit geeigneten fokussierenden Elementen 6 (hier ohne Abbildung, jedoch denen in den anderen Abbildungen entsprechend) lassen sich die Impulse auf zweidimensionalen Arealen 4, beispielsweise einem

Schirm, zeilen- und spaltenweise anordnen. Jeder Gang der spiralförmigen Gittergruppe entspricht etwa einer Zeile, auf der nebeneinander die einzelnen Spalten laufen. Nebeneinander liegende Plätze in der Zeile entsprechen hintereinander liegenden Gittern in der Faser 2 mit leicht unterschiedlicher Schmiegeebene. Untereinander liegende Plätze in den Spalten entsprechen Gittern in direkt hintereinander liegenden Schraubenwindungen der Wendeltreppe. Anstelle der wendelförmigen Anordnung der Gitter lassen sich auch die optischen Fasern 2 wendeln oder tordieren (ohne Abbildung) und so der gleiche Effekt einer Arealanordnung der Lichtimpulse erreichen.

In einem weiteren Ausführungsbeispiel, dargestellt in Abb. 4, lassen sich an Stelle von lichtgenerierten Fasergittern die frequenzaufteilenden Elemente auch als Gitter ausbilden, die dadurch gekennzeichnet sind, daß sie photonische Kristalle 7 sind. Photonische Kristalle sind Kristalle mit Gitterkonstanten von einigen hundert Nanometern, die im Gegensatz zu den oben beschriebenen Fasergittern aus viel weniger Einzelelementen (Gitterbausteinen) bestehen, da die Brechungsindexunterschiede weitaus größer sind als bei den Fasergittern. Außerdem verstärken Resonanzeffekte ihre Effizienz. Photonische Kristalle und ihre Herstellung werden von H. Koops in dem Artikel "Photonic crystals built by three-dimensional additive lithography enable integrated optic of high density", SPIE, Bd. 2849/29 (Denver/USA 1996) behandelt, auf den hier ausdrücklich verwiesen wird. Die photonischen Kristalle können ebenso wie die Fasergitter als frequenzselektive Spiegel, Prismen oder Strahlteiler ausgebildet werden.

Die photonischen Kristalle werden wie in Abb. 1 am Ende der Glasfaser angewandt oder wie in Abb. 4 in kleinen eingetätzten Kanälen oder Gruben 8 in der Glasfaser 2 untergebracht. Ein Verfahren zur Herstellung solcher kleiner Kanäle oder Gruben 8 in der Glasfaser 2 ist beispielsweise aus Anmeldung DE 197 13 371.1 (3/97) von H. Koops et al. unter dem Titel "Wellenlängen-Entkopplung aus D-Profil-Fasern mit photonischen Kristallen" bekannt, auf die hier ebenfalls ausdrücklich verwiesen wird. Im genannten Patent wird Licht in einer D-Profil-Faser unmittelbar unterhalb der Faseroberfläche übertragen. In diese Faseroberfläche wird durch Lithographie und Trockenätzung, durch chemische Naßätzung oder durch Laser- oder Ionenablation ein nur wenige Mikrometer breiter

Einschnitt vorgenommen. Durch additive, dreidimensionale Lithographie wird sodann ein photonischer Kristall genau in die Bahn des Lichtes eingesetzt, durch den aufgrund des selektiven Effekts des Kristalls auf das übertragene Licht ein kleiner Teil des Spektrums in die Faser hinein oder aus ihr heraus gekoppelt werden kann. Dieses Licht, das einen kleinen  
5 Spektralbereich umfaßt, kann seitlich aus der Faser ausgekoppelt werden, da Medien aus photonischem Kristall Licht entweder durchlassen oder ausschließlich im Inneren des Materials weiterleiten, sofern das Licht eine bestimmte Wellenlänge hat. Aufgrund der besonderen Beschaffenheit des Kristalls kann auf diese Weise ein Teil des Lichtes mit einem Winkel von weniger als  $90^\circ$  aus der Faser reflektiert werden. Mit Hilfe einer dreidimensional  
10 konstruierten Linse kann das Licht auch in eine weiterführende Faser abgelenkt werden.

Von den Kanälen oder Gruben aus beugen die photonischen Kristalle also das Licht der Frequenz  $\nu_i$  aus der Faser 2. Durch geeignete Gitterkonstanten der photonischen Kristalle 7 lassen sich in hintereinander liegenden Gruben (Ausschnitten) 8 in der Glasfaser 2 die verschiedenen Frequenzen und damit Lichtimpulse aus der Faser 2 auskoppeln und mit  
15 fokussierenden Elementen auf einem Areal 4 abbilden oder in weitere Wellenleiter oder Detektoren einkoppeln.

In einem Ausführungsbeispiel, dargestellt in Abb. 5a und 5b, erfolgt die Nachrichtenübertragung mit Hilfe der oben beschriebenen frequenzaufteilenden Elemente also mit einzelnen Lichtimpulsfolgen. Jede dieser Folgen besteht aus einer Zahl von  
20 optischen Impulsen, die durch das neue Element räumlich voneinander getrennt und z.B. auf einen Schirm projiziert werden. Wie man sich anhand Abb. 5a leicht klarmacht, treffen die Impulse nur bei gewissen Stellungen des Schirmes 4 zur gleichen Zeit auf dem Schirm ein. Als Verzögerungsmechanismus für einige der einzelnen Lichtimpulssequenzen kann der Schirm 4 gekippt oder unter Umständen gekrümmt werden, um gleichzeitig alle Impulse  
25 durch Aufleuchten anzuzeigen. Im Falle eines flachen, zweidimensionalen Areals entsteht durch die Krümmung eine dreidimensionale Form im Sinne dieser Schrift.

Die Verzögerung kann anstelle einer Neigung oder Krümmung (oder in Verbindung mit beiden) auch dadurch erfolgen, daß der Schirm 4 mit einem Fluoreszenz- oder Phosphoreszenzstoff bestrichen ist, der so lange nachleuchtet, bis alle Impulse einer



Impulsfolge eingetroffen sind. Um ein starkes unerwünschtes Nachleuchten zu vermeiden, das die einzelnen Impulsfolgen überlappen läßt, müssen elektrische oder elektrooptische Schaltelemente verwendet werden, die die einzelnen Folgen trennen.

In einem Ausführungsbeispiel, dargestellt in Abb. 5b, können die Einzelimpulse  
5 anstelle eines Schirmes nach dem frequenzaufteilenden Element durch Glasfasern 9  
aufgefangen und auf einer Matrix 10 abgebildet werden. Jede einzelne Glasfaser 9 muß für  
die von ihr aufgefangenen Impulse als Verzögerungsstrecke (Verzögerungsintervall) dienen,  
so daß die Impulse einer Frequenzfolge zur gleichen Zeit auf der Matrix 10 abgebildet  
werden. Zur optischen Weiterverarbeitung werden Detektoren benötigt, die der Breitban-  
10 digkeit der Impulsfolge Rechnung tragen. Andere Verzögerungselemente können als  
Luftstrecke oder Glasprisma oder Gradientenindexprisma ausgebildet sein.

Anstelle der Glasfasern 9 können Detektoren direkt verwendet werden. Jeder Impuls  
einer Folge wird getrennt detektiert, und die Verzögerung zur parallelen elektronischen  
Weiterverarbeitung erfolgt im elektrischen Bereich.

PATENTANSPRÜCHE

1.     Optisches Nachrichtenübertragungssystem, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere optische Einzelimpulse, mit denen die digitale oder analoge Nachrichtenübertragung erfolgt, unterschiedliche Lichtfrequenzen haben, bestehend aus:
- 5     einer optischen Faser;
- einem frequenzaufteilenden optischen Bauelement zur Aufteilung der optischen Einzelimpulse anhand ihrer unterschiedlichen Lichtfrequenzen; und
- einem Areal, dadurch gekennzeichnet, daß die optischen Einzelimpulse durch die
- 10    optische Faser übertragen und durch das frequenzaufteilende optische Bauelement aufgeteilt werden, so daß sie zur Weiterverarbeitung nebeneinander auf dem Areal abgebildet werden.
2.     Optisches Nachrichtenübertragungssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Fokussierelement zur Fokussierung mindestens eines der aufgespaltenen
- 15    optischen Einzelimpulse auf dem Areal vorgesehen ist.
3.     Optisches Nachrichtenübertragungssystem nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß für jeden der aufgeteilten optischen Einzelimpulse ein entsprechendes Fokussierelement vorgesehen ist.
- 20    4.     Optisches Nachrichtenübertragungssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das frequenzaufteilende Bauelement ein Spektrograph ist, durch den sich die optischen Impulse lokal voneinander trennen und auf dem Areal anordnen lassen.
- 25    5.     Optisches Nachrichtenübertragungssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Areal als lineares Areal ausgebildet ist.
6.     Optisches Nachrichtenübertragungssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Areal als zweidimensionales Areal ausgebildet ist.

7.     Optisches Nachrichtenübertragungssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,  
daß das Areal als dreidimensionales Areal ausgebildet ist.
8.     Optisches Nachrichtenübertragungssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,  
5    daß das Areal so geformt ist, daß die optischen Einzelimpulse gleichzeitig parallel auf dem  
Areal abgebildet werden.
9.     Optisches Nachrichtenübertragungssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,  
daß das frequenzaufteilende optische Bauelement auf der Grundlage eines  
10   Prismenspektrographen aufgebaut ist.
10.    Optisches Nachrichtenübertragungssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,  
daß das frequenzaufteilende optische Bauelement auf der Grundlage eines  
Gitterspektrographen aufgebaut ist.
- 15    11.   Optisches Nachrichtenübertragungssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,  
daß das frequenzaufteilende optische Bauelement auf der Grundlage eines  
Zweistrahlinterferometers aufgebaut ist.
- 20    12.   Optisches Nachrichtenübertragungssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,  
daß das frequenzaufteilende optische Bauelement auf der Grundlage eines  
Vielstrahlinterferometers aufgebaut ist.
- 25    13.   Optisches Nachrichtenübertragungssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,  
daß das frequenzaufteilende optische Bauelement  
aus mehreren Fasergittern besteht, die in der optischen Faser entweder als diagonal  
(geblazed) eingeschriebene Fasergitter oder als wendeltreppenartige Fasergitter angeordnet  
sind.

14.    Optisches Nachrichtenübertragungssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das frequenzaufteilende optische Bauelement in Form mehrerer photonischer Kristalle ausgebildet ist.
- 5    15.    Optisches Nachrichtenübertragungssystem nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß das Areal zweidimensional ausgebildet ist.
16.    Optisches Nachrichtenübertragungssystem nach Anspruch 1, weiter dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Verzögerungselement zur Verzögerung ausgewählter  
10    optischer Impulse vorgesehen ist.
17.    Optisches Nachrichtenübertragungssystem nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß das Verzögerungselement den Laufzeitunterschied der optischen Einzelimpulse ausgleicht, so daß diese auf dem Areal gleichzeitig weiterverarbeitet werden  
15    können.
18.    Optisches Nachrichtenübertragungssystem nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß das Verzögerungselement als fluoreszierender oder phosphoreszierender Schirm ausgebildet ist, der den Laufzeitunterschied der einzelnen Impulse durch genügend  
20    lange optische Abklingzeiten ausgleicht.
19.    Optisches Nachrichtenübertragungssystem nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß das Verzögerungselement als Luftstrecke oder als Glasfaserbündel ausgebildet ist.  
25
20.    Optisches Nachrichtenübertragungssystem nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß das Verzögerungselement als Glasprisma oder als Gradientenindexprisma ausgebildet ist.

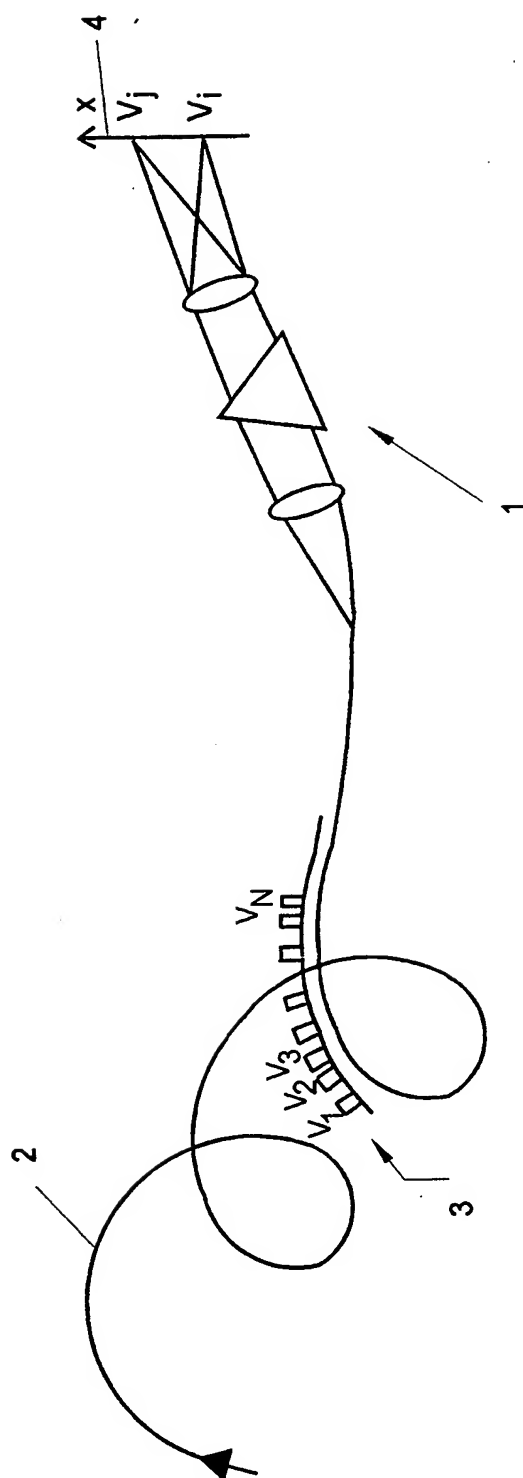


Fig. 1

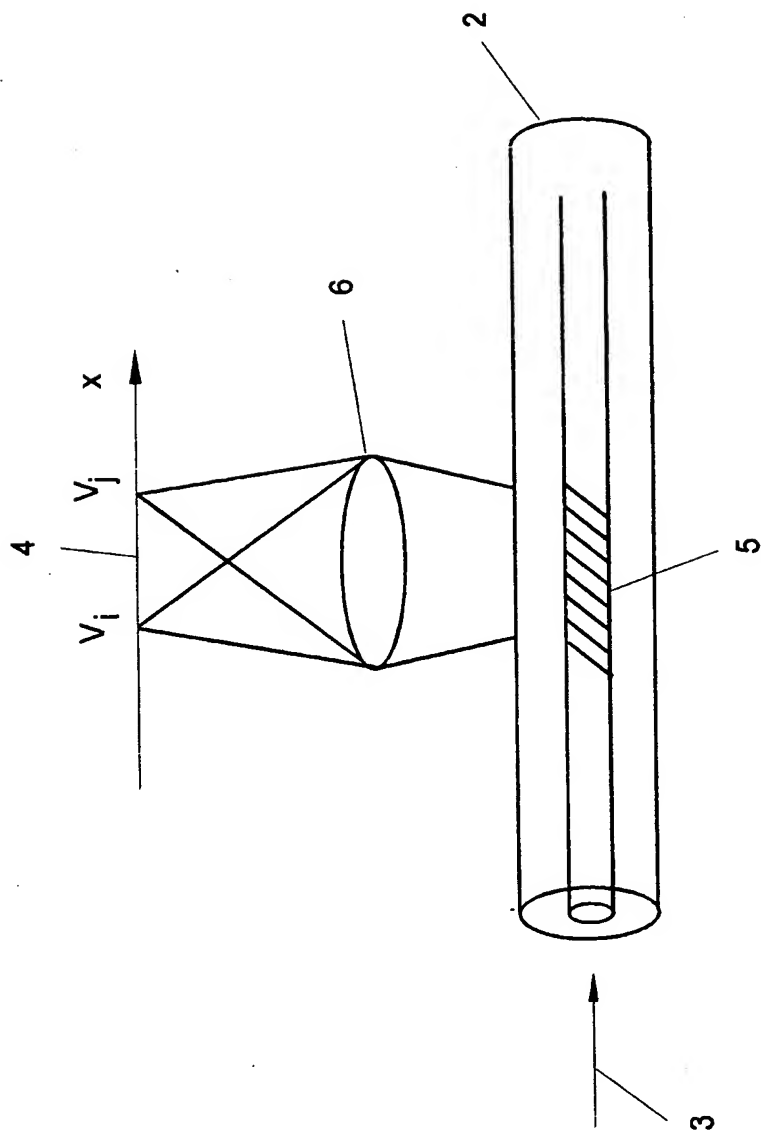


Fig. 2a

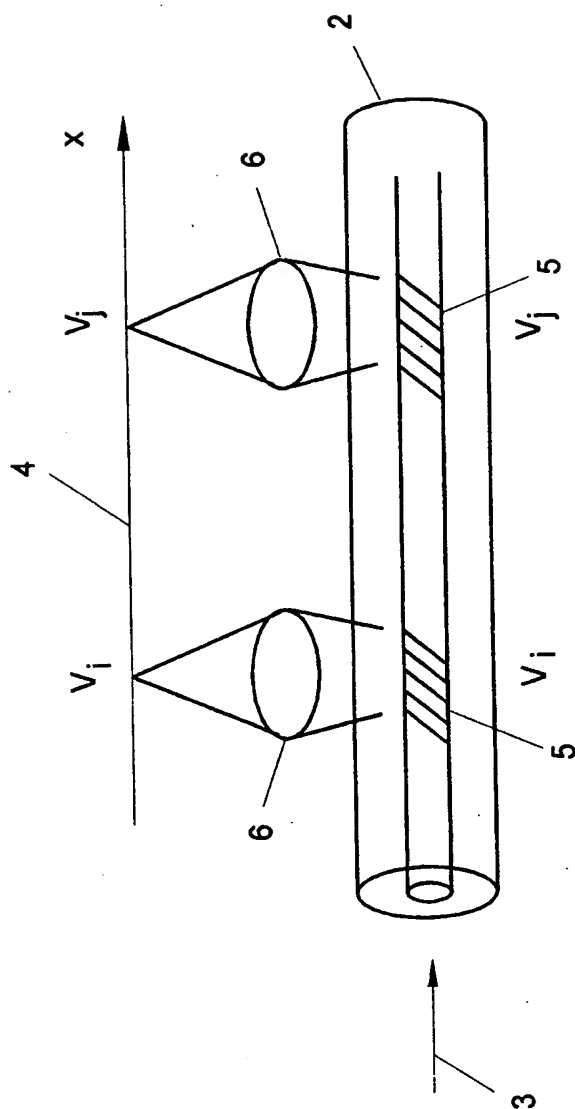


Fig. 2b

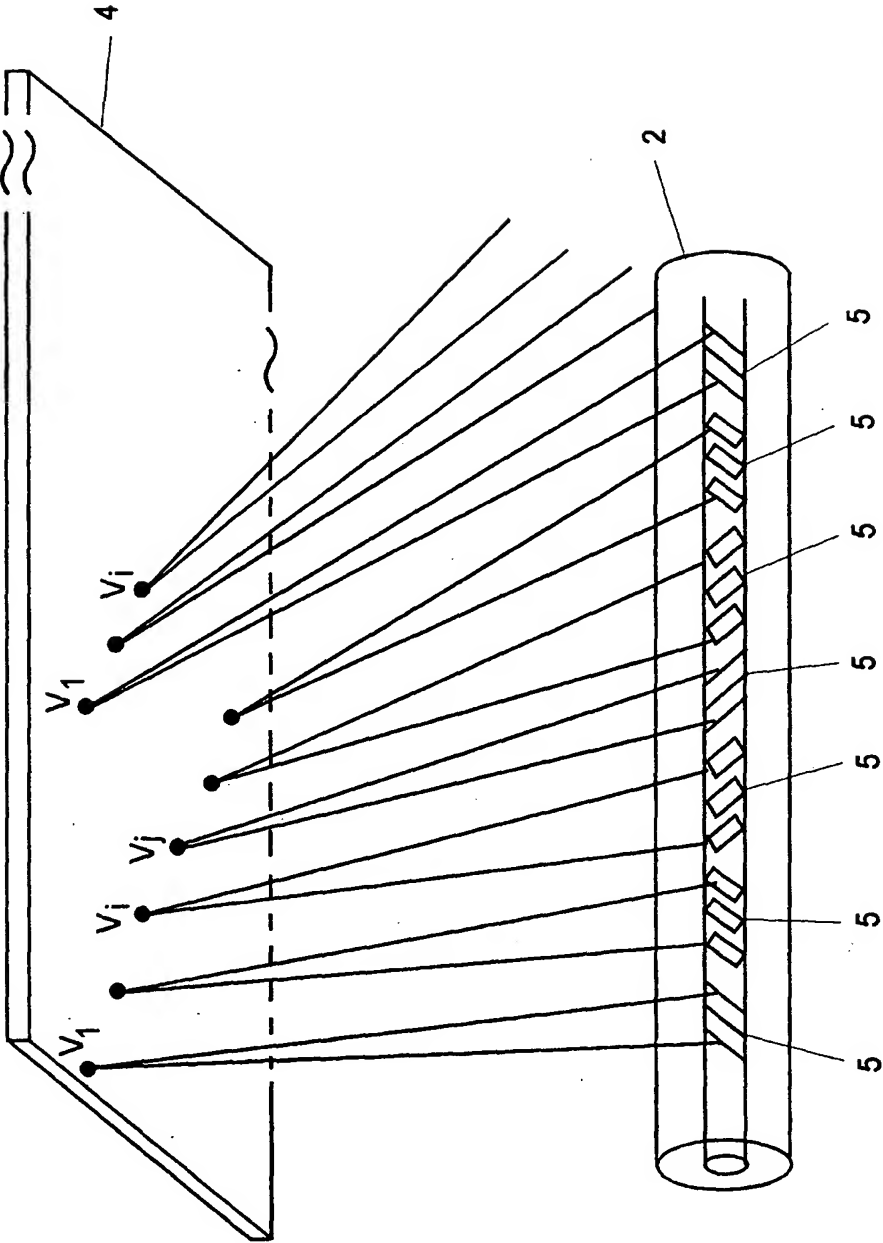


Fig. 3



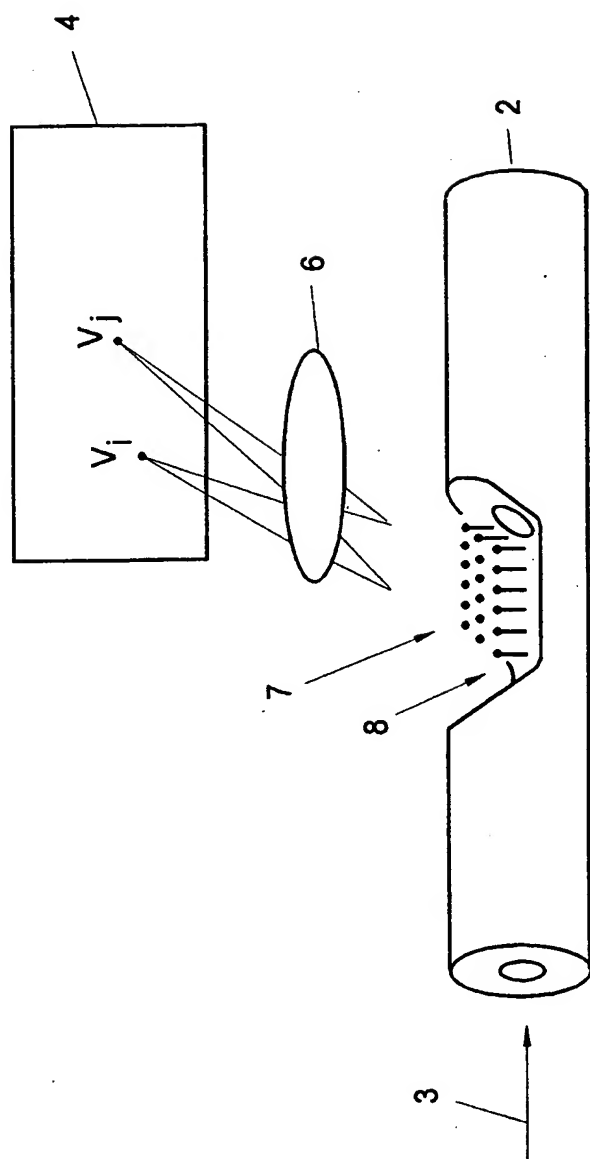


Fig. 4

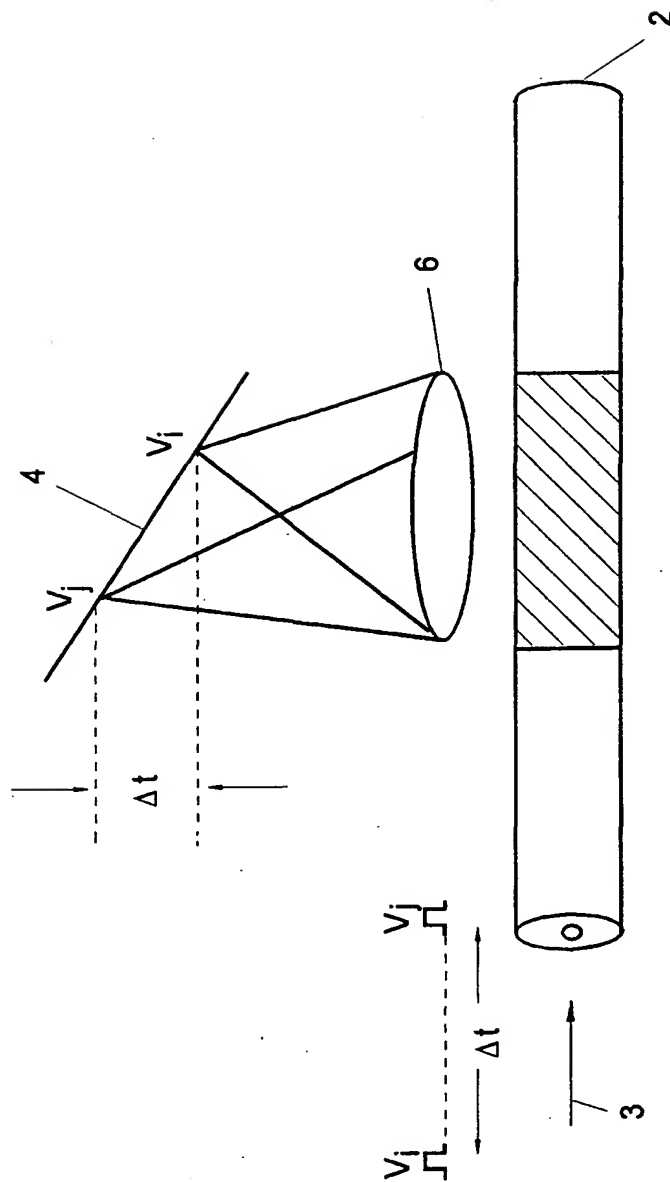


Fig. 5a

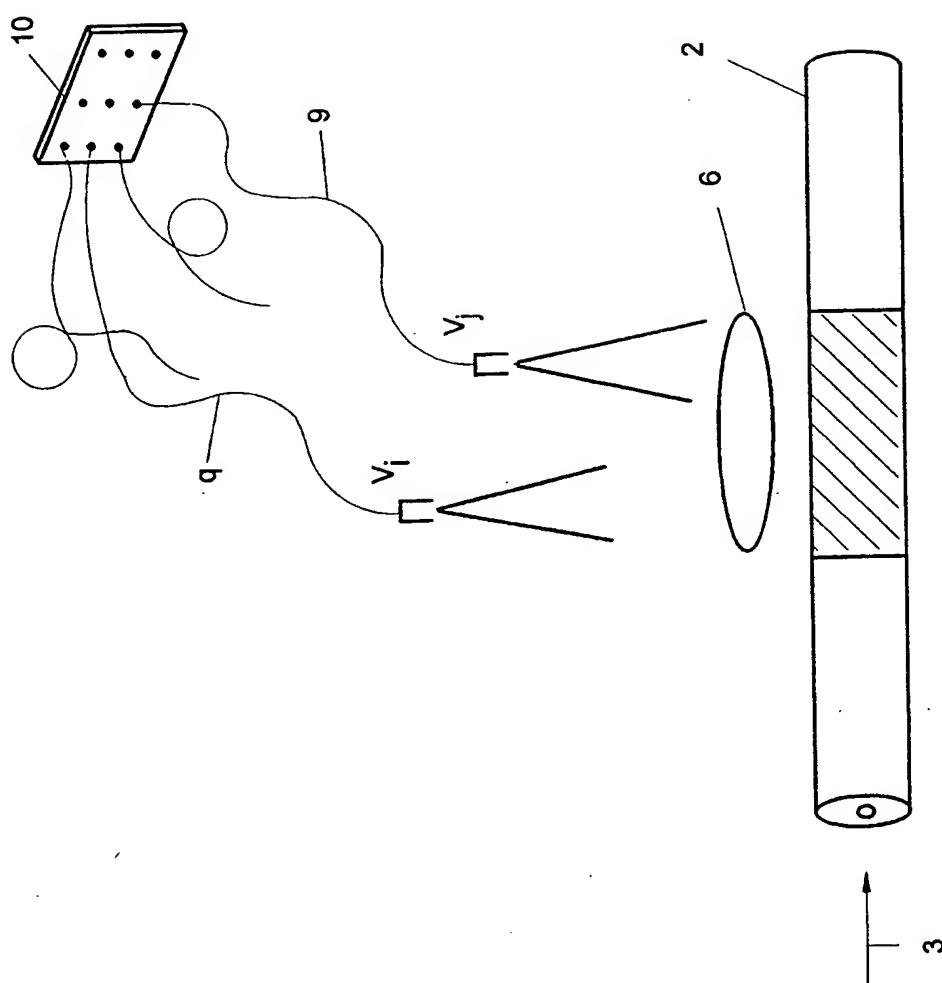


Fig. 5b

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP 98/03085

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 6 H04L27/28 H04B10/12

According to International Patent Classification(IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 H04L H04J H04B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 196 30 705 A (DEUTSCHE TELEKOM AG) 20 March 1997 cited in the application see column 3, line 31 - line 62 ---	1-3,5-8, 14,15
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 095, no. 009, 31 October 1995 & JP 07 139996 A (OKI ELECTRIC IND CO LTD), 2 June 1995 see abstract ---	1,5-8
A	US 4 635 278 A (MALOON RICHARD A ET AL) 6 January 1987 see abstract; figures 1,2 -----	1,5

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

18 September 1998

Date of mailing of the international search report

29/09/1998

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Goudelis, M

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 98/03085

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19630705 A	20-03-1997	WO 9707970 A EP 0847329 A	06-03-1997 17-06-1998
US 4635278 A	06-01-1987	NONE	

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

ationales Aktenzeichen

PCT/EP 98/03085

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
IPK 6 H04L27/28 H04B10/12

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 6 H04L H04J H04B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 196 30 705 A (DEUTSCHE TELEKOM AG) 20. März 1997 in der Anmeldung erwähnt siehe Spalte 3, Zeile 31 - Zeile 62 ---	1-3,5-8, 14,15
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 095, no. 009, 31. Oktober 1995 & JP 07 139996 A (OKI ELECTRIC IND CO LTD), 2. Juni 1995 siehe Zusammenfassung ---	1,5-8
A	US 4 635 278 A (MALOON RICHARD A ET AL) 6. Januar 1987 siehe Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 -----	1,5



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"8" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

18. September 1998

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

29/09/1998

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Goudelis, M

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

I. Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 98/03085

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19630705 A	20-03-1997	WO 9707970 A EP 0847329 A	06-03-1997 17-06-1998
US 4635278 A	06-01-1987	KEINE	